

2. Darknet. [<https://pjreddie.com/darknet/>]: информационный ресурс.
3. Compiling With CUDA. [<https://pjreddie.com/darknet/install/#cuda>]: информационный ресурс.

УДК 004.032.26

Е. О. Волков

ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», г. Череповец,
Россия

СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕНТА ВЯЗКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НА ИЗЛОМАХ МЕТАЛЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация. Разработана автоматизированная система, которая позволяет по фотографиям изломов металла после испытания на ударный изгиб находить зоны 100 % и 50 % хрупкой составляющей и обрабатывать результаты согласно ГОСТ 30456-97. Металлопродукция. Прокат листовой и трубы стальные. Методы испытания на ударный изгиб. Внедрение разработанной системы позволяет получать более объективные результаты испытаний, снизить нагрузку на лаборантов, уменьшить репутационные потери заказчика из-за поставки металла ненадлежащего качества. Спроектированный алгоритм включал в себя комплекс сегментирующий нейронный сетей архитектуры U-NET, которая выделяла на изображении изломы металла с точностью до 95 %, и Mask-RCNN, которая выполняла поиск и классификацию зон хрупкостью с точностью до 90 %. Созданное ПО выдавало результаты, которые совпадали с изначальным мнением экспертов в 75 % случаев.

Ключевые слова: хрупкость металла, испытание на ударный изгиб, разрушающий контроль, металлургия, нейронные сети, автоматический анализ, Mask RCNN, U-NET.

Abstract. An automated system was developed that allows using photographs of metal fractures after impact of Drop-Weight Tear Tests to find zones of 100 % and 50 % of the brittle component and process the results in accordance with GOST 3045697. Metal production. Rolled steel and tubes. Methods of blow bending tests. The adoption of the developed system allows obtaining more objective test results, reducing the workload of laboratory technicians, decreasing the customer's reputation losses due to supply of metal that had inadequate quality. The designed algorithm applied complex segmentation neural networks included U-NET architecture, which detected metal fractures on the image with an accuracy up to 95 %, and Mask- RCNN, which performed a search and classification of fragility zones with an accuracy up to 90 %. The created software produced results that coincided with the original opinion of the experts in 75 % of cases.

Key words: metal fragility, drop-weight tear tests, destructive testing, metallurgy, neural networks, automatic analysis, Mask-RCNN, U-NET.

В ходе испытания качества получаемого металла, который идёт на производство различной продукции, в том числе к которой предъявляются особые требования к прочности металла, как например при производстве труб, которые должны выдерживать высокое давление газа, производится аттестация металла, во время которой, в частности, осуществляется проверка на механическую устойчивость металла. В число таких проверок входят испытания на ударный изгиб, в результате которого оценивается характер поверхности

образовавшегося излома с целью выявления хрупкой и вязкой составляющей в нём, которая позволит сделать вывод на сколько произведённый металл будет устойчив к механическим перегрузкам и какой характер будет иметь разрушение металлического изделия. После разрушения образца на вертикальном копре с падающим грузом, в соответствии со стандартами, заказчику необходимо определить долю вязкой составляющей в изломе (ГОСТ 30456: Металлопродукция. Прокат листовой и трубы стальные. Методы испытания на ударный изгиб).

На данный момент на стороне заказчика анализ и оценка изломов металла на соотношение вязкой и хрупкой составляющей производится вручную специалистами лаборатории механических испытаний ПАО «Северсталь», что вносит определённую погрешность и субъективную составляющую в получаемые результаты, повышает риск репутационных потерь из-за поставок некачественного металла, снижает пропускную способность лаборатории. Создание системы, которая могла бы автоматически обрабатывать кадры изломов помогла бы минимизировать эти проблемы, таким образом создание подобной системы является актуальной и востребованной для заказчика в лице ДТРК ПАО «Северсталь». Разработка подобной системы и является целью данного исследования.

Хрупкое разрушение (рис. 1) – отрыв одних слоев атомов от других под действием нормальных растягивающих напряжений. Отрыв не сопровождается предварительной деформацией. Скорость распространения хрупкой трещины 2000 м/с. Такое разрушение катастрофично и может привести к серьезным последствиям [1]. Вязкое разрушение (рис. 2) – происходит путем среза под действием касательных напряжений. Ему всегда предшествует значительная пластическая деформация. Трещина тупая и раскрывающаяся. Величина пластической зоны впереди трещины велика. Скорость распространения трещины малая [1].



Рис. 1. Пример хрупкого разрушения



Рис. 2. Пример вязкого разрушения

При подсчёте количества вязкой составляющей в изломе образцов толщиной до 19 мм включительно исключают из рассмотрения участки излома, примыкающие к концентратору и месту удара бойка на толщину образца, если его толщина более 19 мм, то исключают из рассмотрения участки длиной 19 мм с обеих сторон. Количество вязкой составляющей в изломе в процентах равно 100 % минус процент хрупкой составляющей [2].

Для определения процента вязкой составляющей использованы сегментирующие нейронные сети. Они состоят из множества слоёв, которые выполняют определённую операцию и состоят из набора нейронов, которые имеют один или несколько входов и один выход, который формируется с помощью функции преобразования, которая называется активационной функцией нейрона. Набор слоёв формирует архитектуру нейронной сети. Обучение нейронных сетей происходит по алгоритму градиентного спуска с использованием функции потерь, которая обозначает насколько нейронная сеть ошибается [4]. Для того чтобы определить области вязкой составляющей будет производиться сегментация — это процесс разделения изображения на несколько сегментов, то есть на выходе будет некоторая область пикселей, которая обладает заданным набором свойств.

Рис. 3. Схема определения процента вязкой составляющей в изломе образца

присутствует вязкая составляющая, а также итоговый процент её наличия на изломе. Модель черного ящика для данной задачи представлен на рисунке 4.

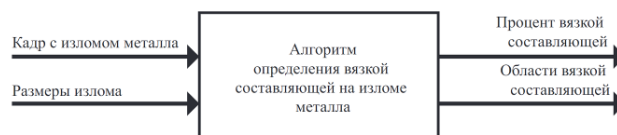


Рис. 4. Модель черного ящика алгоритма определения вязкой составляющей.

Концептуально процесс анализа металла на наличие вязкой составляющей можно представить следующим образом (рис. 5): на вход поступает кадр, где есть излом металла, он подаётся на вход первой нейронной сети U-NET, которая находит несколько областей, на которых находится излом металла. Полученная область обрезается сверху и снизу согласно нормативным документам в зависимости от ширины образца, далее формируются изображения, полученные в результате выреза зоны контроля, которые обрабатываются нейронной сетью Mask-RCNN, которая находит области с вязкой составляющей. Далее вычисляется суммарная площадь полученных областей, приведённая к реальным размерам излома, которые дальше делится на площадь самого образца, в результате вычисляется процент вязкой составляющей.

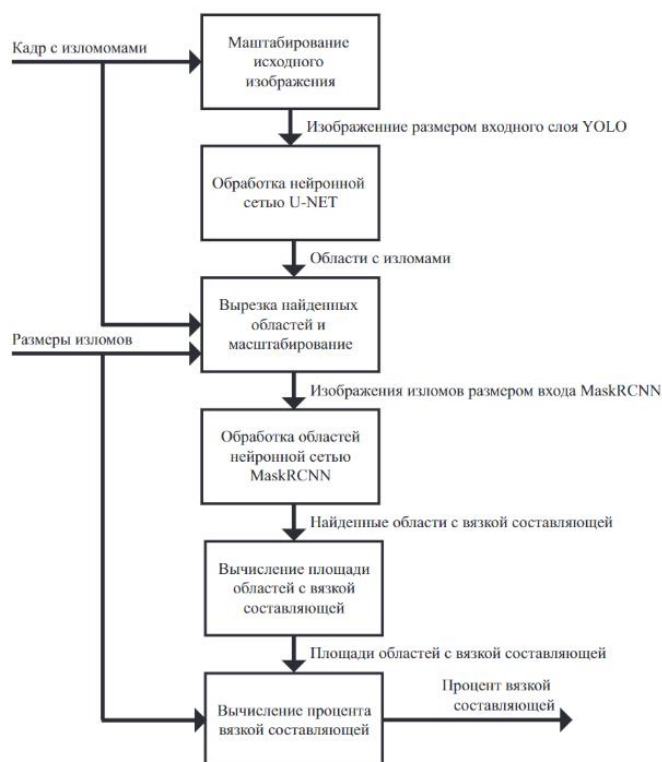


Рис. 5. Концептуальная модель для решения задачи определения вязкой составляющей на изломе металла

Для обучения нейронных сетей были размечены 174 изображений, которые были разделены на обучающую и проверочную выборку. По результатам обучения точность модели U-NET, которая находила изломы металла составила 95 % (рис. 6), а точность модели Mask-RCNN, которая классифицировала и находила зоны хрупкости, равняется 90% на тестовой выборке (рис. 7).

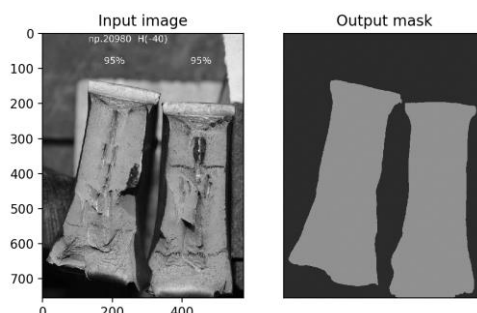


Рис. 6. Пример распознавания сетью U-NET

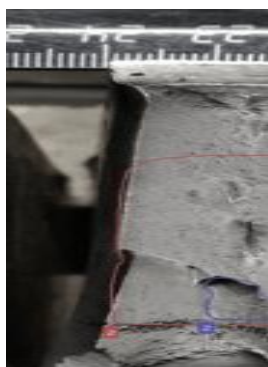


Рис. 7. Пример распознавания сетью Mask-RCNN

Обученные нейронные сети были интегрированы в программное обеспечение, которое позволяет производить анализ фотографий. Оно отображает все найденные зоны хрупкой составляющей, выполняет вычисление процента вязкой составляющей в соответствии с ГОСТ 30456-97 для всех найденных изломов в кадре. По итогу оно выдавало результаты, которые в 75% случаев совпадало с вердиктом лаборантов, которые анализировали изломы в лабораторных условиях, разработанное ПО выделяет больше зон хрупкости, чем было зафиксировано изначально экспертами, так как они могут не учитывать все зоны хрупкости и не проводили точных измерений площади каждой из зон.

Список использованных источников

1. Федотов А. Физическое материаловедение. Ч. 2. Фазовые превращения в металлах и сплавах. – М.: Высшая школа, 2012. – 448 с.
2. ГОСТ 30456-97 Прокат листовой и трубы стальные. Методы испытания на ударный изгиб; введ. 01.01.2000. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 11 с.

3. API RP 5L3. Drop-Weight Tear Tests on Line Pipe. – American Petroleum Institute, 2014. – 16 с.

4. Shapiro Linda G., Stockman George C. Computer Vision. – New Jersey, Prentice-Hal, 2001. – 609 p.

УДК 004.42

И. С. Воронцов, И. А. Гурин, А. А. Кузьмич

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА ПО УЧЕТУ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ КАФЕДРЫ

Аннотация. *Определена основная проблематика учета научно-исследовательской деятельности преподавателей кафедры и необходимость разработки соответствующего веб-сервиса. Данный сервис позволит удобно и гибко хранить всю научную документацию, накопленную за годы усердной работы, а также позволит обезопасить пользователей от потери своих трудов. Рассмотрена архитектура разработанного сервиса, в качестве технологии разработки выбрана веб-технология, а в качестве языка программирования C# и фреймворк ASP.NET Core MVC. Представлена структура базы данных и описание разработанного решения.*

Ключевые слова: веб-сервис, отчет, преподаватель, архитектура, язык программирования C#, база данных.

Abstract. *The main problematics of accounting for research activities of teachers, the need to develop an appropriate web service have been determined. This service allows you to conveniently and flexibly store all scientific documentation accumulated over the years of hard work, and will also allow you to protect users from their work. The architecture of the developed service is considered, web technology is selected as the development technology, C # as the programming language and the ASP.NET Core MVC framework. The structure of the database and the description of the developed solution are presented*

Key words: web service, report, teacher, architecture, C# programming language, database.

Ведение научно-исследовательской деятельности является неотъемлемой частью работы сотрудников учебных заведений. К ней относятся проведение теоретических и экспериментальных исследований, результаты которых отражаются в научных статьях, патентах, свидетельствах о регистрации программ для ЭВМ, диссертациях и других видах работ. Это влечет к накоплению и необходимости хранения большого объема информации. Классическая печатная модель хранения данных в учебниках, рукописях и других печатных изданиях устарела. В сравнении с современными методами хранения информации печатная модель ненадежна и занимает много места. Печатные тома сложно обезопасить, они могут сгореть, или напротив, их могут залить водой, чем повредят или целиком испортят весь том. Также нет никакой гарантии от утери печатных данных, так как со временем их становится очень много.